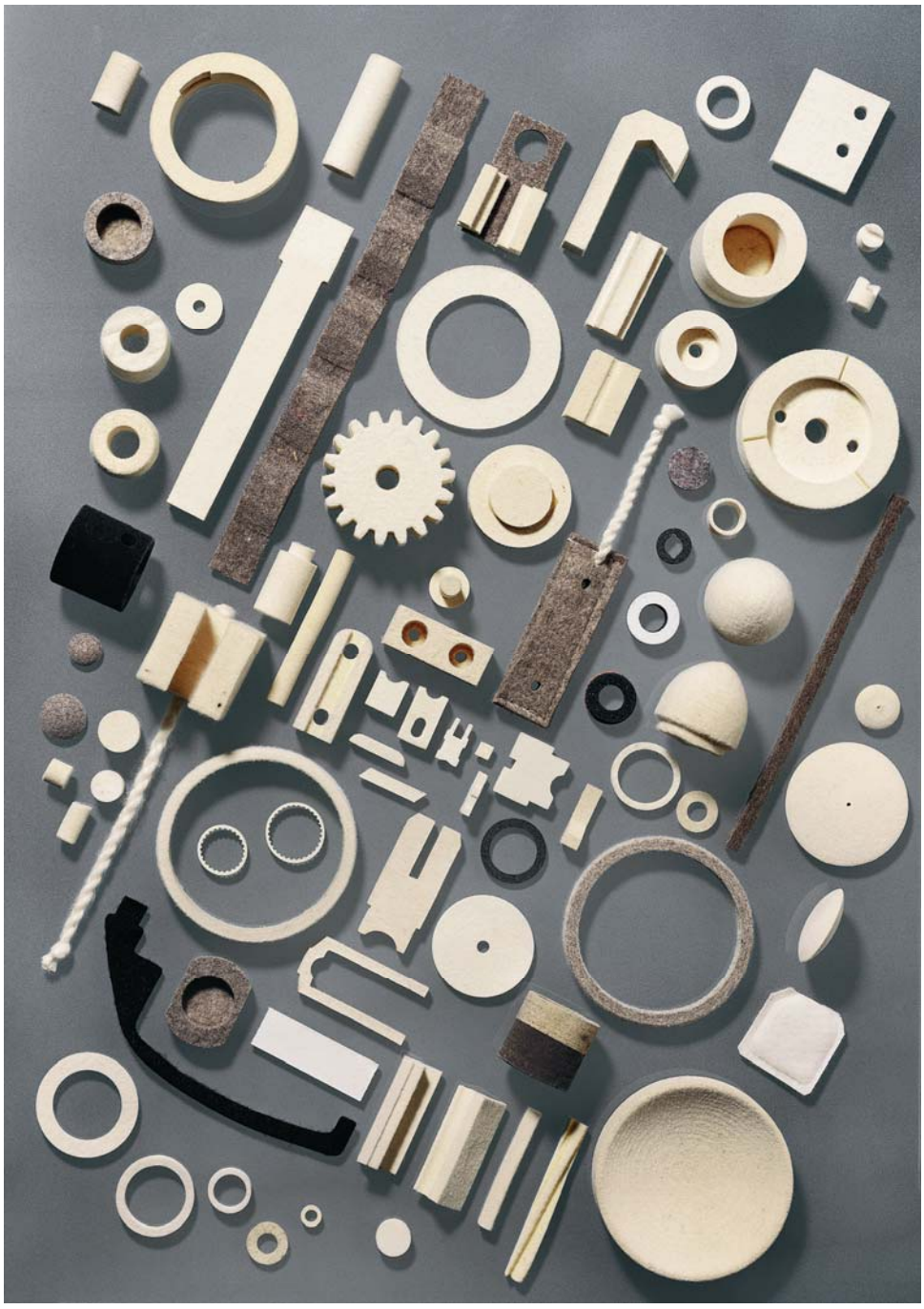
Einsatz-Beispiele
für technische Filze



Dichten, Filtern

Filz übernimmt spezielle Dichtungsaufgaben. Als poröser Werkstoff bleibt er durchlässig für Flüssigkeiten und Gase. Wenn eine Dichtung vor Staub und Schmutz schützen soll, gleichzeitig Luftdurchlässigkeit oder günstiges Reibverhalten verlangt wird, ist Filz der richtige Werkstoff.

Z. B. als **Wellendichtring** an einem Wälzlager.
Der Filzring sitzt in einer Ringnut des Lagergehäuses, sein Innenradius umschließt dicht die rotierende Welle. Feinste Staub- und Schmutzpartikel können den Filz nicht durchdringen und werden vom Lager sicher ferngehalten. Eine einmalige Öltränkung des Filzrings vor der Montage verhindert dauerhaft Abrieb an der Reibfläche zur Welle. Die Nachschmierung des Filzes erfolgt aus dem Lager heraus durch Fett oder Spritzöl. Die Porosität des Filzes sorgt für ständigen Druckausgleich im Lagergehäuse. Wellendichtringe aus Filz sind gegenüber Lippendichtungen die robustere, dauerhaftere und preisgünstigere Lösung.

Ein anderes Beispiel ist die **"atmende Filzdichtung"** an Außenleuchten. Klimatische Einflüsse und starke Wechseltemperaturen würden in der transparenten Abdeckung einer Straßenleuchte ständig Kondensat bilden. Deshalb wird in die wettergeschützt angeordnete Fuge ein Dichtstreifen aus Filz eingelegt. Dieser ist undurchlässig für Staub, sorgt aber gleichzeitig für die notwendige Belüftung des Leuchteninnenraums. Die Hydrophilität des Filzes bewirkt ständigen Feuchtigkeitsausgleich.

Saugen, Speichern, Übertragen von Flüssigkeiten

Filz kann aufsaugen, speichern, übertragen und sogar gegen die Schwerkraft fördern - Wasser, Öle, Kraftstoffe, Lösungsmittel oder Farben. Filz hat zentrale Bedeutung beim Schmieren und Ölen, Stempeln, Signieren.

Bekanntestes Beispiel: der **Filzschreiber,** ein mit Farbe getränkter Filzdocht in einem Gehäuse. Filz kann einmal aufgesaugte Farbe über viele Meter gleichmäßig abgeben, egal ob der Farbfluss nach unten, horizontal oder gar nach oben erfolgen soll. Breite Plakatschreiber besitzen zusätzlich einen dicken, weichen Speicherfilz für größere Farbmengen.

Schmierfilze versorgen Gleitlager in Motoren und Maschinen mit Öl. Der Filz kann als Ölspeicher direkt am Lager angebracht sein, oder er fördert als Docht das Öl von einem außen liegenden Behälter an die Schmierstelle. Das Öl steigt im Filz auch gegen die Schwerkraft bis zu einer begrenzten Höhe, die von der Härte des Filzes und von der Viskosität des Öls abhängig ist. Es steigt immer so viel Öl nach, wie von der gegen das Dochtende reibenden Welle abgenommen wird. Letzteres wiederum ist abhängig von der Querschnittsfläche des Dochtes. **Schmiersysteme mit Filz** sind **zuverlässig**, dauerhaft und **verblüffend einfach** in ihrer Konstruktion.

Im Tank einer Motorsäge befindet sich ein **Saugschnorchel**, der die Kraftstoffversorgung auch beim Überkopfarbeiten gewährleistet. Bei schnellen Lageänderungen des Geräts kann das Schnorchelende kurzfristig in der Luft hängen. Damit in einem solchen Fall keine Luft angesaugt wird, ist am Schnorchelende ein Filz angebracht, der sich ständig mit Kraftstoff vollsaugt - genug Vorrat, um dann den Motor zu versorgen. Gleichzeitig wirkt dieser Filz als **Feinfilter**.

Filzbestückte Walzen übernehmen die Aufgabe, auf einem kaltgewalzten Feinblech einen **gleichmäßigen Ölfilm** als Korrosionsschutz aufzubringen. Die nahtlosen Walzenbezüge werden mittels heißem Wasser auf die Walzenkerne **aufgeschrumpft**.

Reiben, Bremsen

Die Oberfläche eines Filzes besteht aus unzähligen Faserenden. Wird gegen diese Oberfläche gerieben, hat der Reibpartner zunächst noch keinen flächenschlüssigen Kontakt zu Filz, jedoch unzählige kleine Kontaktpunkte. Deren Summe ist die Reibfläche. Sie wird umso größer, je größer der Anpressdruck ist. Diese Eigenschaft des Filzes ermöglicht seinen Einsatz als Kupplungs- und Bremsbelag überall dort, wo relativ kleine Kräfte übertragen oder gebremst werden sollen: vor allem im feinwerktechnischen Bereich, wo Reibfilze ihre Aufgabe meist in trockenem Zustand erfüllen. Beim Auftreten einer größeren Kraft und eines größeren Anpressdrucks werden die Filzbeläge zur Erhöhung der Abriebfestigkeit auch mit Öl getränkt.

Rutschkupplungen mit Filzbelägen finden sich im Antrieb der Bandspulen in **Kassettenrecordern**. Sie gleichen die wechselnden Spulendurchmesser aus und sorgen für gleichmäßigen Bandzug. Auch das Andrücken des Tonbandes an den Tonkopf besorgt ein kleiner Filz, der in der Kassette auf eine Andrückfeder montiert ist.

Bei der Herstellung von Magnetbändern werden große Bandspulen über **Filzkupplungen** angetrieben.

Großflächige Filzbremsen arbeiten in den Bandspaltanlagen der Kaltwalzwerke. Das in Teilbreiten aufzuschneidende Breitband muss mit großer Längsspannung durch die Messer geführt werden. Die Vorspannung oder den gesamten **Bandrückzug** erzeugen direkt auf das Band wirkende Filzbremsen mit Flächen bis zu 1 qm.

Polieren, Reinigen, Abstreifen

Das dichte Fasergefüge eines Filzes kann feine und feinste Partikel aufnehmen - vom Polierkorn bis zum Metallspan. Spritzgießformen sollen **feinste Oberflächen** bei größter geometrischer Genauigkeit haben. **Rotierende Filzwerkzeuge** polieren die Oberfläche bei Verwendung geeigneter Polierpasten auf Rauhtiefen -1/1000 mm. Der Filz ist dabei Träger für das Polierkorn, das in Form von festen oder flüssigen Pasten oder Emulsionen auf die Filzoberfläche gegeben und im dichten Fasergefüge festgehalten wird. Stumpfes Korn wird von Zeit zu Zeit mit einem Stahl abgedreht (bei stationären Scheiben), oder mit grobem Schleifpapier abgezogen (bei kleinen Polierstiften).

Fleischmesser werden geschärft mittels Schleifscheibe oder -band. Die neue Schneide ist rau und kann einen **Grat** haben. Um einen sauberen Schnitt zu erzielen, wird die Schneide an einer **rotierenden Filzscheibe** poliert. Auch Spiegelgläser, Glaskanten und -facetten werden so poliert, wobei das Polierkorn mit Wasser an die Arbeitsstelle geschwemmt wird.

Walzzylinder für das Walzen von Stahl- und NE-Bändern müssen stets frei von Fremdkörpern sein, die auf dem Band markieren würden. Gleiches gilt für Kalanderwalzen bei der Folienherstellung. Das **spezifische Reibverhalten** des Filzes und seine dichte Faserstruktur ermöglichen die Konstruktion einfacher, aber **wirkungsvoller Abstreifer**.

Dämpfen, Polstern

Filz ist ideal zum Dämpfen und Polstern. Jede einzelne seiner Fasern wirkt durch ihr spezifisches Biege- und Rückstellverhalten wie ein kleiner **Stoßdämpfer**.

Im **Klavier** macht Filz den Ton: mit Filz belegte **Hämmer** schlagen die Saiten an. Der Filzhammer beeinflusst den Klangcharakter des Instruments. Soll der Ton abbrechen, legt sich ein filzbelegter **Dämpfer** an die Saite, der **ohne Nebengeräusche** die Schwingung dämpft.

An geräuschkritischen Stellen in **Fahrzeugen**, z. B. dort, wo Lackflächen mit Kunststoffteilen zusammengefügt sind, werden Bewegungsgeräusche durch Zwischenlagen aus Filz verhindert.

Durch Schleifen werden bei Spanplatten und Sperrholz **hohe Oberflächengüten** erzielt. In Breitbandschleifmaschinen mit Arbeitsbreiten bis weit über 2 m wird das Schleifband durch einen Schleifschuh in voller Breite angedrückt. Für gleichmäßigen Anpressdruck sorgt ein auf den **Schleifschuh** ausgelegter Filz.

Transportieren, Formen und Wirken teigiger Werkstoffe

Die Faserstruktur des Filzes und die Struktur der Wollfaser mit ihrer schuppenförmigen Oberfläche bilden viele kleine Luftpolster, die das auf glatten Flächen übliche Anhaften teigiger Materialien verhindern. Porosität und Luftdurchlässigkeit des Filzes ermöglichen leichtes Ablösen.

Thermoplastische Folien kommen warm und plastisch aus dem Kalander. Der kontinuierliche Transport der Endlosfolie erfordert ein schonendes, nicht haftendes Transportband. Ein nahtloses Wollfilzband erfüllt diese Aufgabe.

In der Ziegelherstellung wird der feuchte Ton mittels Extruder zu einem Strang gepresst. Der Transport dieses empfindlichen Strangs geschieht auf einer Rollbahn mit filzbestückten Walzen.

Das **Wirken und Formen von Teig** in der Backstube besorgen heute Maschinen. Die Teigstücke werden auf nahtlosen Filzbändern transportiert, zwischen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten laufenden Filzbändern rundgewirkt. Durch ihr Zusammenwirken entstehen aus

dem Teig Brötchen, Hörnchen oder große Brote, so dass sich an den vielen Arbeitsstellen kein Teig aufbaut.

Weißer, melierter oder farbiger Filz?

DIN 61206 unterscheidet:
- weißer Filz ist Filz aus Fasern weißlicher Farbe
- melierter Filz ist Filz aus Fasern unterschiedlicher Farbe
- Filze bis zu einer Rohdichte von 0,3 g/cm³ können auf Wunsch auch gefärbt werden.

Weißer Filz wird aus der Wolle von weißen Schafen hergestellt. Wenn es die an das fertige Produkt gestellten Anforderungen verlangen, werden ihm andere weiße Fasern (z. B. Viskose) beigemischt. Weißer Filz erfüllt die höchsten Anforderungen, wenn es auf Zug- und Abriebfestigkeit sowie Trennkraft (Spaltfestigkeit) ankommt.

Die unterschiedlichen Faserfarben **melierter Filze** können verschiedener Herkunft sein. Zum einen gibt es eben nicht nur weiße, sondern auch braune bis schwarze Schafe. Die **von Natur aus** farbigen Wollfasern unterscheiden sich qualitativ nicht von weißen. Melierten Filzen können aber auch **regenerierte gefärbte Fasern** beigemischt sein. Deren mechanische und chemische Belastbarkeit ist meist geringer als die von Originalfasern.

Farbige Filze werden aus weißen oder melierten Fasern durch Einfärben „im Stück“ (der fertige Filz wird gefärbt) oder „in der Flocke“ (Einfärbung der Faser vor dem Filzen) hergestellt. Die **mechanische und chemische Belastbarkeit** der Fasern wird durch den Vorgang des Färbens gemindert.

Die **Temperaturbeständigkeit** von Wollfilzen
DIN 61206 nennt für Wollfilze (unabhängig von der Rohdichte) eine Beständigkeit von 120 Grad C für kurzzeitige Belastung (2 Stunden) und von 80 Grad C für Dauerbelastung (8 Tage). Zur Beurteilung der Temperaturbeständigkeit wird die Zugfestigkeit von Proben, die einer Hitzeeinwirkung ausgesetzt waren, mit der Zugfestigkeit von unbehandelten Proben verglichen. Bei Beachtung der in DIN 61206 genannten Grenzen werden die chemischen und mechanischen Eigenschaften eines Wollfilzes durch Wärmebelastung nicht verändert. Die Temperaturbelastbarkeit **von Wollfilz** ist damit klar begrenzt. Für den Einsatz in höheren Temperaturen gibt es **Nadelfilze** aus **synthetischen Fasern**.

Ölaufnahme
Wollfilz kann, je nach Rohdichte, bis zu einem Mehrfachen seines Eigengewichts an Öl aufsaugen und speichern. Die Werte und die Prüfmethode sind festgelegt in DIN 61206.
Grundsätzlich gilt: Je weicher der Filz, umso größer ist seine **Öl-Speicherkapazität**. Durch **Kapillarkraft** kann Öl auch **gegen die Schwerkraft** gefördert werden. Dabei gilt:
- je weicher der Filz, umso größer ist das **Fördervolumen**
- je härter der Filz, umso größer ist die **Förderhöhe**
- je niedriger die Viskosität des Öls, umso größer sind **Fördervolumen und Förderhöhe**

Das durch Kapillarkraft im Filz geförderte Öl wird an der Schmierstelle bei Reibung (z. B. an einer rotierenden Welle) abgegeben. Es entsteht ein **ständiger Ölstrom** vom Ölspeicher zur Schmierstelle. Die Menge des geförderten Öls ist abhängig von der Härte und Querschnittsfläche des Filzes, von der Förderhöhe sowie von der Viskosität des Öls. Kapillarkraft und Speichervermögen besitzt der Filz nicht nur für **Öl,** sondern auch für **Lösungsmittel, Farben und Kraftstoffe**.

Die Härte eines Filzes

Mit der Härte oder **Rohdichte** von Filzen befasst sich **DIN 61200.** Die Härte eines Filzes kennzeichnet seine Widerstandsfähigkeit gegen Druck und Verformung. Sie wächst mit der Rohdichte, wobei ein Vergleich nur unter gleichen Filzarten möglich ist.

Welche Filzhärte für welchen Einsatz?

Grundsätzlich gilt (bei gleicher Faserzusammensetzung):			
je härter umso	kleiner	/	größer
Toleranzfeld der Härte	x		
Toleranzfeld der Maße	x		
Absolute Zusammendrückbarkeit	x		
Wiederholungsvermögen (Druck)			x
Luftdurchlässigkeit	x		
Zugfestigkeit			x
Trennkraft (Spaltfestigkeit)			x
Abriebfestigkeit			x
Speichervolumen für Flüssigkeiten	x		
Kapillarkraft			x
Schallabsorptionsgrad	x		
Wärmeleitfähigkeit			x

Die **Rohdichte** wird ausgedrückt in der Masse (Fasern) pro Volumeneinheit. Wenn man von einem Filz mit einer Rohdichte 0.36 spricht, dann wiegt 1 cm³ dieses Filzes 0.36 g. Die **Bestimmung der Rohdichte** aus Masse und Volumen erfolgt nach **DIN 53854** und **DIN 53855**.

Man kann die Härte eines Filzes durch Zugabe von **Appreturen** (Bindemitteln) steigern. Ein auf solche Weise "künstlich" gehärteter Filz weicht in vielen seiner übrigen Eigenschaften ungünstig von einem Filz mit "natürlicher" **Walkhärte** ab.

Der pH-Wert eines Filzes

Bei der Verdichtung der Wollfasern durch Walken wird verdünnte Schwefelsäure zugegeben. Sie bewirkt, dass die Fasern beim Walkprozess ihre Schuppen öffnen. Gleichzeitig kräuseln sich die Fasern und begünstigen damit das beim Walken gewünschte „ineinander kriechen und verhaken“ der einzelnen Fasern. Nach dem Walken wird durch Waschen die Säure weitgehend neutralisiert. Der pH-Wert wird **neutral bis leicht sauer** eingestellt, weil dieser Zustand der Wollfaser in Bezug auf ihre Alterungsbeständigkeit, Elastizität und Reißfestigkeit am Besten bekommt.

Kommt der Filz über einen längeren Zeitraum in den **basischen Bereich (pH +8)**, ist mit Faserschädigung und Gefahr des **Bakterienbefalls** zu rechnen. Letzteres gilt nur für Wollfilze und nicht für Nadelfilze aus synthetischen Fasern. **DIN 61206** schreibt für technische Wollfilze bis Rohdichte 0,36 einen pH-Wert von 5-8, ab Rohdichte 0,40 pH 4-8 vor.

Die **Prüfung des pH-Wertes** erfolgt durch Extraktion in Anlehnung an **DIN 54276**.

Die Dicke eines Filzes

Lieferbare Normdicken und zulässige Abweichungen enthält **DIN 61206**. Diese Norm umfasst aber nur Stückfilze für technische Zwecke, das sind technische Filze, die in langen Bahnen hergestellt werden. Deshalb reicht die Skala der lieferbaren Dicken nur von 1 - 20 mm. VFG fertigt auch Filze in Form von Tafeln, Blöcken und Scheiben mit größeren Dicken bis 120 mm.

Wie misst man die Dicke eines Filzes?
Die normgerechte Dickenmessung wird nach **DIN 53855 Teil 1** durchgeführt. Darin ist eine kreisrunde Prüffläche mit 10cm² Flächeninhalt vorgeschrieben. Da Wollfilz in Abhängigkeit von der Druckbelastung mehr oder weniger zusammendrückbar ist, legt die Norm auch den anzuwendenden Messdruck wie folgt fest:
- Wollfilz bis Rohdichte 0,14 = Messdruck 5 cN/cm²
- Wollfilz über Rohdichte 0,14 = Messdruck 25 cN/cm²

Keinesfalls sollte Filz mit einem **Messschieber** gemessen werden, weil dabei die Prüffläche zu klein und der Messdruck unkontrolliert ist.
Für eine „schnelle Messung", die aber keinesfalls normgerecht ist, kann allenfalls noch eine so genannte Dicken-Messuhr mit entsprechend großen Messplatten verwendet werden (Hersteller: Johannes Käfer, Messuhrenfabrik, Schwenningen).

Dickenveränderungen bei Wollfilzen
Die Dicke eines Filzes verändert sich unter Druckbelastung. Man spricht von
- **absoluter Zusammendrückbarkeit**, das ist die Differenz zwischen der Normdicke und der Dicke, die mit 10fachem Messdruck gemessen wird.
- **relativer Zusammendrückbarkeit**, das ist die auf die Normdicke bezogene absolute Zusammendrückbarkeit

Abrieb
Mindestwerte für die Abriebfestigkeit von technischen Wollfilzen sind in **DIN 61206** festgelegt, Prüfmethode in Anlehnung an **DIN 53863 Teil 1**. Je höher die Rohdichte eines Filzes, umso höher ist auch seine Abriebfestigkeit. Diese gibt Aufschluss über die Intensität des **Faserverbundes**. Die Abriebwerte laut DIN 61206 beziehen sich auf **Scheuerversuche** an trockenem Filz. Ein ölgetränkter Filz erbringt jedoch im praktischen Einsatz (Beispiel Wellendichtring) erheblich größere Abriebfestigkeit. **Wellendichtringe** siehe **DIN 5419**.

Dynamische Eigenschaften
Zur Dämpfung und Isolierung von Schwingungen, Stößen und Körperschall besitzt Wollfilz vorzügliche Eigenschaften. Richtwerte über **Eigenschwingzahl und Dämpfung** sind in **DIN 61206** zu finden. Mit zunehmender Dicke des Filzes nimmt auch die Dämpfung zu. Weitere Einflussgrößen für die Dämpfung sind die **spezifische Flächenbelastung** des Filzes sowie die **Frequenz** und die **Amplitudengröße** der zu dämpfenden Schwingungen. Laut DIN 61206 liegen die Dämpfungswerte ölgetränkter Filze höher als die trockener Filze.

Schallabsorption
Die akustischen Eigenschaften eines Filzes sind abhängig von **seinem längenspezifischen Strömungswiderstand (DIN 52213)** und von seinem **Schallabsorptionsgrad (DIN 522151)**. Kennzahlen über Filze unterschiedlicher Rohdichten enthält **DIN 61206**. Der längenspezifische Strömungswiderstand entzieht einer in den Filz eindringenden Schallwelle durch Reibungs- und Wärmeleitvorgänge Energie. Neben anderen physikalischen Größen des Filzes wird der Grad der Energieumsetzung besonders beeinflusst durch das **Gesamtporenvolumen**: mit zunehmender Rohdichte des Filzes wächst auch sein längenspezifischer Strömungswiderstand. Der Schallabsorptionsgrad ist die Kenngröße für das Verhältnis der nicht reflektierten zur auftreffenden Schallintensität. Er ist abhängig von der Schallfrequenz und von der Rohdichte des Filzes. DIN 51206 enthält Mittelwerte für verschiedene Frequenzen zwischen 200 und 2000 Hz und für Filze mit Rohdichten zwischen 0,14 und 0,30.

Zugfestigkeit und Bruchdehnung
Die geforderten Mindestwerte enthält **DIN 61206**. Die Prüfmethode enthält **DIN 53857**.
Das Zug-/Dehnungsverhalten lässt direkte Rückschlüsse auf die Qualität des verwendeten Fasermaterials und die Intensität der Verdichtung zu. Zwei Filze gleicher Rohdichte können

also durchaus unterschiedliche Zugfestigkeits- und Dehnungswerte haben. Analog dazu verbessern oder verschlechtern sich meist auch die Werte für die Trennkraft (Spaltfestigkeit) und den Abrieb. DIN 61206 unterscheidet bei Zugfestigkeit und Dehnung nach **„längs“** und **„quer“**. Gemeint ist damit die Prüfrichtung in Längsrichtung der Stückfilzbahn oder quer dazu. Bedingt durch den überwiegend in Längsrichtung orientierten Faseraufbau eines Stückfilzes ist die Zugfestigkeit in Längsrichtung immer größer als in Querrichtung, während die Bruchdehnung umgekehrt in Querrichtung stets größer als in Längsrichtung ist. Abweichend von DIN 61206 gibt es auch Filze, deren Faseraufbau in beiden Richtungen annähernd gleiche Werte ermöglicht.

Die normgerechte Bezeichnung eines Filzes
Kennbuchstabe T = Filz für technische Zwecke
Kennbuchstabe w = weißer Filz
Kennbuchstabe m = melierter Filz
Kennbuchstabe f = gefärbter Filz

Bezeichnungsbeispiele:
1. Technischer Filz, weiß, Rohdichte 0,44, 10 mm dick = Tw 44 - 10 DIN 61206
2. Technischer Filz, meliert, Rohdichte 0,36, 5 mm dick = Tm 36 - 5 DIN 61206
3. Technischer Filz, rot gefärbt, Rohdichte 0,25, 3 mm dick = Tf 25 - 3 DIN 61206 RAL 3000

1. **Wollfilz**

Wollfilz besteht aus **Schafwolle**. Die Wollfasern werden **ohne Bindemittel** zu einem festen Gefüge verdichtet.

Fertigungsstufen:
- **Wolfen:** Auflockern, Mischen der verschiedenen Faserkomponenten, eventuell Beimischen von Viskose-Fasern
- **Krempeln:** Auflösen der Wollflocken, Gleichrichten der Fasern zu einem geordneten Vlies.
- **Filzen:** Feuchte Wärme bewirkt ein Öffnen der dachziegelartigen Schuppen und verstärkt die Kräuselung der Fasern. Unter Druck und rüttelnder Bewegung verschlingen sich die Fasern untereinander. Reibungskoeffizient (Schuppen) auf der Faseroberfläche unterschiedlich in Richtung Faserspitze und in Richtung Faserwurzel. Deshalb kriechen die Fasern nur in Richtung Wurzel und verhaken sich gegenseitig mit den Schuppen.
- **Walken:** Zusatz von Walkhilfsmitteln (Säuren, Seife) verstärkt Schuppenöffnung und Kräuselung. Mechanische Bearbeitung (Klopfen, Stauchen, Strecken) setzt den beim Filzen begonnenen Verdichtungsprozess fort.
- **Waschen:** Hilfsmittel werden ausgewaschen.
- **Trocknen**
- **Pressen:** Nur bei Rohdichten ab ca. 0,48, die durch Walken nicht erzielbar sind.
- **Oberfläche:** scheren, schleifen

Mögliche **Ausrüstungen:** Wasser abweisend, insektenfest, tropenfest, flammhemmend.

2. **Nadelfilz**

Nadelfilz besteht aus **künstlichen, synthetischen oder natürlichen Fasern.**

- **Vliesbildung** ähnlich wie bei Wollfilz.
- **Nadeln:** Mit Widerhaken bestückte Nadeln stechen in das lockere Faservlies ein. Dabei orientieren die Widerhaken einen Teil der Fasern aus horizontaler in eine vertikale Lage um. Dadurch wird eine **Verschlingung** der Fasern untereinander und eine Verdichtung des Vlieses erreicht.

Da beim Nadelprozess nur eine begrenzte Verdichtung erreichbar ist, werden Nadelfilze häufig durch Einlagerung von **Bindemitteln** zusätzlich verfestigt.

Weitere Informationen zum Thema „Filz“ erhalten Sie auf unserer Homepage www.vfg.de!